

Identifikasi Waste pada Proses Produksi UKM Kain Jumputan dengan Pendekatan Value Stream Mapping dan Failure Mode and Effect Analysis

Waste Identification in the Production Process of Jumputan Fabric SMEs through Value Stream Mapping and Failure Mode and Effect Analysis Approaches

Masayu Rosyidah^{1*)}, Rafiq Fijra²⁾, Bayu Wahyudi³⁾, Salindra Agustino⁴⁾

¹²³⁴⁾Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang, Palembang, Indonesia

email: ^{1*)}msyrosyidah75@gmail.com, ²⁾bayu_wahyudi@um-palembang.ac.id, ³⁾fijrarafiq@gmail.com, ⁴⁾agustinosalindra@gmail.com

Informasi Artikel

Diterima:

Submitted:

24/04/2025

Diperbaiki:

Revised:

30/04/2025

Disetujui:

Accepted:

30/04/2025

*) Masayu Rosyidah
msyrosyidah75@gmail.com

DOI:

<https://doi.org/10.32502/integrasi.v10i1.624>

Abstrak

UKM Kain Jumputan sebagai pengrajin *tie-dye* menghadapi berbagai bentuk pemborosan dalam proses produksinya, seperti waktu tunggu, pergerakan yang tidak efisien, dan produk cacat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis pemborosan dalam proses produksi menggunakan pendekatan *Value Stream Mapping* (VSM) dan menganalisis penyebab kegagalan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Kebaruan dari penelitian ini terletak pada integrasi kedua metode tersebut dalam konteks industri kain tradisional skala kecil, serta penggunaan *Waste Relationship Matrix* (WRM) untuk memetakan keterkaitan antar waste secara kuantitatif. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa dari total waktu proses 3961 menit, hanya 3484 menit (88%) yang merupakan aktivitas bernilai tambah. Pemborosan terbesar terdapat pada kategori *defect* (19%), *motion* (17%), serta *inventory* dan *waiting* (masing-masing 15%). Implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan integrasi VSM-FMEA dapat dijadikan alat strategis dalam mengidentifikasi dan memitigasi pemborosan secara menyeluruh pada sektor UKM kerajinan tradisional. Temuan ini relevan dengan tren global *lean manufacturing* dan mempunyai potensi untuk diaplikasikan pada berbagai industri serupa untuk mendorong efisiensi operasional.

Kata kunci: FMEA, *Value Stream Mapping*, pemborosan produksi, UKM

Abstract

UKM Kain Jumputan as a tie-dye craftsman faces various forms of waste in its production process, such as waiting time, inefficient movement, and defective products. This study aims to identify the types of waste in the production process using the Value Stream Mapping (VSM) approach and analyze the causes of failure using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method. The novelty of this study lies in the integration of the two methods in the context of the small-scale traditional textile industry, as well as the use of the Waste Relationship Matrix (WRM) to quantitatively map the relationship between waste. The mapping results show that of the total process time of 3961 minutes, only 3484 minutes (88%) are value-added activities. The largest waste is in the defect category (19%), motion (17%), and inventory and waiting (15% each). The implications of this study indicate that the VSM-FMEA integration approach can be used as a strategic tool in identifying and mitigating waste comprehensively in the traditional craft SME sector. These findings are relevant to the global trend of lean manufacturing and have the potential to be applied to various similar industries to drive operational efficiency.

Keywords: FMEA, *Value Stream Mapping*, waste production, SME.

Pendahuluan

Usaha Kecil Menengah (UKM) adalah kegiatan ekonomi rakyat yang berskala kecil dengan bidang usaha yang secara mayoritas merupakan kegiatan usaha kecil dan perlu dilindungi untuk mencegah dari persaingan usaha yang tidak sehat. Salah satunya adalah UKM Kain Jumputan kerajinan tradisional khas Palembang. UKM ini memproduksi kain jumputan dengan bahan baku pewarna berbahan alami. Dalam proses produksinya masih menggunakan tenaga manusia dan sangat tradisional. Belum ada teknologi yang digunakan. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tren global menuju *lean manufacturing* dalam industri tekstil, di mana organisasi semakin ditekan untuk mengurangi *waste* dan meningkatkan efisiensi proses [1][2]. Mengingat kompleksitas yang melekat dalam produksi tekstil tradisional, khususnya dalam proses berbasis warisan seperti produksi kain jumputan, maka penting untuk mengadopsi teknik sistematis yang tidak hanya memvisualisasikan aliran produksi tetapi juga mengisolasi aktivitas penghasil *waste* [3][4]. Menurut kajian *lean manufacturing*, proses produksinya berpotensi menghasilkan pemborosan (*waste*) yang dapat menghambat kemajuan dan efisiensi produksi mereka. Identifikasi awal, masalah pemborosan yang terjadi diantaranya cacat produk dan pergerakan oleh operator. Karena dapat saja terjadi ketidakkonsistenan pada sistem pewarnaan karena menyangkut proporsi warna yang tidak tepat akan mengakibatkan corak kain yang dapat berbeda-beda. Tata letak peralatan yang tidak tepat, menyebabkan banyaknya gerakan bagi pekerja untuk mencapainya.

Meskipun berbagai studi sebelumnya telah mengaplikasikan *Value Stream Mapping* (VSM) maupun *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dalam lingkungan manufaktur, namun studi yang mengintegrasikan kedua metode ini secara simultan pada industri kerajinan tradisional, seperti UKM Kain Jumputan, masih sangat terbatas [5]–[7]. Sebagian besar riset berfokus pada skala industri menengah

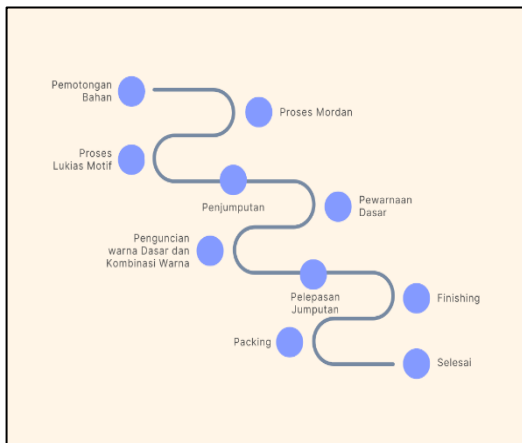
hingga skala besar, tanpa mempertimbangkan kompleksitas dan kekhasan proses produksi tradisional yang berbasis keterampilan manual dan tidak terdigitalisasi. Oleh karena itu, penelitian ini mengisi gap tersebut dengan mengadopsi pendekatan integrasi antara VSM dan FMEA yang disesuaikan dengan kondisi UKM secara nyata. Penelitian ini juga memperkenalkan *Waste Relationship Matrix* (WRM) sebagai pendekatan kuantitatif untuk mengidentifikasi *waste*, yang belum banyak digunakan dalam studi UKM tekstil tradisional. Kombinasi ini memberikan kebaruan baik dari segi metodologi maupun aplikatif, khususnya dalam peningkatan efisiensi produksi berbasis data pada skala industri kecil.

Dalam manufaktur skala kecil, mencapai keunggulan operasional memerlukan pengurangan pemborosan dan mitigasi risiko, dan menggabungkan *Value Stream Mapping* (VSM) dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) menawarkan kerangka kerja yang koheren untuk mencapai tujuan ini [8][9]. Pendekatan terpadu ini memberikan representasi visual dari aliran material dan informasi yang menunjukkan aktivitas non-nilai tambah sambil secara sistematis mengevaluasi mode kegagalan potensial untuk memprioritaskan risiko [10][11]. Dengan menggabungkan kekuatan VSM dan FMEA, organisasi tidak hanya dapat memetakan proses saat ini tetapi juga mengidentifikasi, memberi peringkat, dan mengatasi risiko yang terkait dengan operasi yang tidak efisien [12][13]. Dengan mengintegrasikan FMEA dengan VSM, studi ini memperkuat pendekatan ganda yang menangkap inefisiensi proses dan potensi mode kegagalan, sehingga memungkinkan strategi pengelolaan limbah yang lebih komprehensif [14][15]. Integrasi ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang dapat ditindaklanjuti yang dapat segera diimplementasikan untuk mengoptimalkan produksi dan mengurangi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah [1][14]. Analisis komprehensif seperti ini memfasilitasi proses pengambilan keputusan strategis yang

memanfaatkan wawasan proses dan prinsip manajemen risiko. Akibatnya, penggabungan ini sangat menguntungkan dalam lingkungan di mana sumber daya dan kapasitas terbatas, seperti yang terlihat dalam pengaturan manufaktur skala kecil.

Proses Produksi Kain Jumputan

Proses produksi kain jumputan dimulai dari pemotongan bahan, di mana kain disiapkan sesuai ukuran yang dibutuhkan.



Gambar 1. Alur Proses Produksi Kain Jumputan

Selanjutnya, dilakukan proses lukis motif, yakni menggambar pola atau desain yang akan dijumpit pada permukaan kain. Setelah motif selesai dibuat, kain masuk ke tahap penguncian warna dasar dan kombinasi warna, yang bertujuan menjaga agar warna tertentu tidak tercampur selama proses pewarnaan.

Tahap berikutnya adalah penjumputan, yaitu proses utama yang membentuk pola khas jumputan dengan cara mengikat kain sesuai motif. Setelah penjumputan, kain melalui proses mordant, yaitu perlakuan awal dengan zat kimia untuk memperkuat daya lekat warna pada serat kain. Dilanjutkan dengan pewarnaan dasar, yang memberikan warna latar sesuai desain awal.

Setelah tahap pewarnaan selesai, dilakukan pelepasan jumputan—mengurai ikatan pada kain untuk menampilkan pola hasil ikatan. Kain kemudian masuk ke proses finishing untuk memperbaiki kualitas tampilan dan tekstur, seperti pelurusan dan pengeringan. Setelah itu, kain dikemas dalam

tahap *packing*, sebelum akhirnya melalui tahap akhir yaitu selesai dan siap dipasarkan atau dikirim ke pelanggan.



Gambar 2. Salah satu proses produksi kain jumputan dan produk Khas Palembang

Lean Manufacturing

Menurut Womack & Jones (2003), pemikiran *Lean* berasal dari Jepang oleh Taiichi Ohno dan rekan-rekannya berdasarkan Sistem Produksi Toyota untuk mengurangi biaya dengan menghilangkan pemborosan (*waste*). Menurut Dahlgaard & Dahlgaard (2006), konsep utama pemikiran *Lean* bermula untuk menghilangkan pemborosan [5]. Tujuh bentuk pemborosan tersebut yaitu produksi berlebih (*overproduction*), cacat (*defect*), inventaris yang tidak perlu (*unnecessary inventory*), pemrosesan yang tidak tepat (*inappropriate processing*), transportasi yang berlebih (*excessive transportation*), menunggu (*waiting*), dan gerakan yang tidak perlu (*unnecessary motion*).

Integrasi prinsip *lean manufacturing*, yang bertujuan untuk secara sistematis menghilangkan aktivitas yang tidak bernilai tambah, sangat penting untuk mengkonfigurasi ulang proses produksi agar lebih efisien dan mengurangi pemborosan

sumber daya secara keseluruhan [16][17][18][19].

Dengan menganalisis pemborosan pada aliran proses, menjadi jelas bahwa produk yang cacat mengundang pengerjaan ulang dan penundaan terkait kualitas, sementara gerakan yang tidak perlu berkontribusi pada kelelahan karyawan dan mengurangi hasil operasional [16][7][8]. Pemborosan ini tidak hanya merugikan dari segi biaya tetapi juga mengganggu konsistensi kualitas produk, yang pada akhirnya akan mengorbankan reputasi dan keunggulan kompetitif perusahaan [9][10]. Oleh karena itu, reorientasi strategis menuju metodologi *lean*—dengan fokus pada penghapusan pemborosan—memberikan kerangka kerja konseptual yang diperlukan untuk mendorong peningkatan operasional [10][11]. Gerakan (*motion*) yang tidak perlu dalam produksi merupakan bentuk pemborosan kritis lainnya yang memberikan pengaruh negatif terhadap efisiensi operasional dan ergonomi karyawan [8][13]. Pergerakan yang berlebihan atau berulang selama produksi dapat menyebabkan peningkatan waktu siklus, yang pada akhirnya mengurangi laju produksi dan mengorbankan pemanfaatan sumber daya [14][15]. Alat *lean manufacturing*, seperti *value stream mapping* (VSM) dan *Kaizen*, telah digunakan secara luas untuk menganalisis dan merekayasa ulang aliran proses sehingga gerakan yang tidak perlu diminimalkan atau dihilangkan, yang mengarah pada operasi yang lebih lancar dan peningkatan produktivitas [3], [26]. Selain itu, menghilangkan gerakan yang berlebihan tidak hanya mengoptimalkan pengeluaran energi tetapi juga berkontribusi pada lingkungan tempat kerja yang lebih aman dan nyaman [18][19]. Intinya, menangani gerakan yang tidak perlu secara sistematis melalui intervensi *lean* memastikan bahwa setiap gerakan dalam lini produksi berkontribusi pada penciptaan nilai, sehingga mengurangi pemborosan [20][21]. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan jenis-jenis *waste* yang terdapat dalam proses produksi kain jumputan dengan menerapkan pendekatan *Value Stream Mapping* (VSM) dan menganalisis akar penyebab *waste* tersebut menggunakan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA).

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) merupakan suatu metode yang *robust* untuk mengidentifikasi kegagalan proses dan memprioritaskan tindakan perbaikan [22][23]. Metode FMEA adalah pendekatan sistematis dan terstruktur untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dalam sistem, proses, produk, atau layanan, dan menilai konsekuensi serta penyebabnya. Sasaran utama FMEA adalah mengelola risiko secara proaktif dengan mendeteksi kemungkinan masalah sejak dini dan menghilangkan atau meminimalkan dampaknya terhadap kinerja sistem [2][4]. Analisis FMEA didasarkan pada identifikasi mode kegagalan, yang merupakan cara komponen individual dapat gagal, dan menilai dampak kegagalan ini pada keseluruhan operasi sistem. Proses ini melibatkan tim ahli interdisipliner yang memanfaatkan pengetahuan dan pengalaman mereka untuk mengidentifikasi potensi masalah pada berbagai tahap siklus hidup produk atau proses [15]. FMEA mendukung pendekatan perbaikan berkelanjutan, yang sejalan dengan filosofi kualitas seperti *Kaizen* atau *Lean Manufacturing*.

Metode

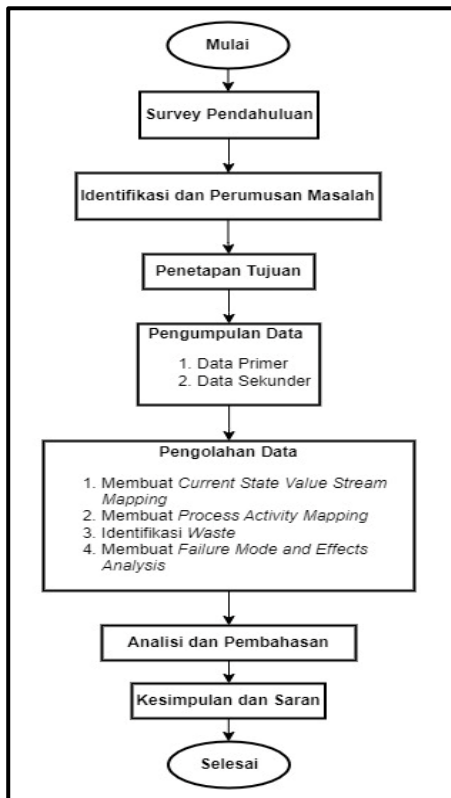
Metode pengumpulan data meliputi observasi, dokumentasi, wawancara, dan penyebaran kuesioner untuk mendapatkan *Waste Relation Matrix* (WRM). Kuesioner ini berfungsi untuk melakukan identifikasi *waste*. Total keseluruhan terdapat 186 item pertanyaan dan skala skor jawaban kuesioner berada pada rentang 0 sampai 4, selanjutnya dijumlahkan untuk didapatkan nilai total tiap hubungan. Untuk alur penelitian dapat dilihat pada gambar 1.

Data diolah mengikuti tahapan berikut:

1. Identifikasi *Waste*
Melakukan identifikasi dan pengamatan terhadap aktivitas yang menimbulkan *waste* yang terjadi di lantai produksi.
2. Pembuatan *Current Value Stream Mapping* (CVSM)
Mengelompokkan kegiatan produksi manakah yang termasuk kedalam *value added activity*, *non value added activity*, *necessary non value added activity*

3. Identifikasi Waste

Membuat *Waste Relationship Matrix* (WRM). WRM digunakan sebagai analisa pengukuran kriteria hubungan antar *waste* yang terjadi.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

4. Membuat *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA)

Mengidentifikasi potensi mode kegagalan dalam setiap langkah atau tahap dalam proses yang ditunjukkan dalam VSM. Penentuan tingkat keparahan, kemungkinan terjadinya, dan kemampuan deteksi untuk setiap mode kegagalan yang diidentifikasi dan menghitung *Priority Risk Number* (PRN) untuk setiap mode kegagalan.

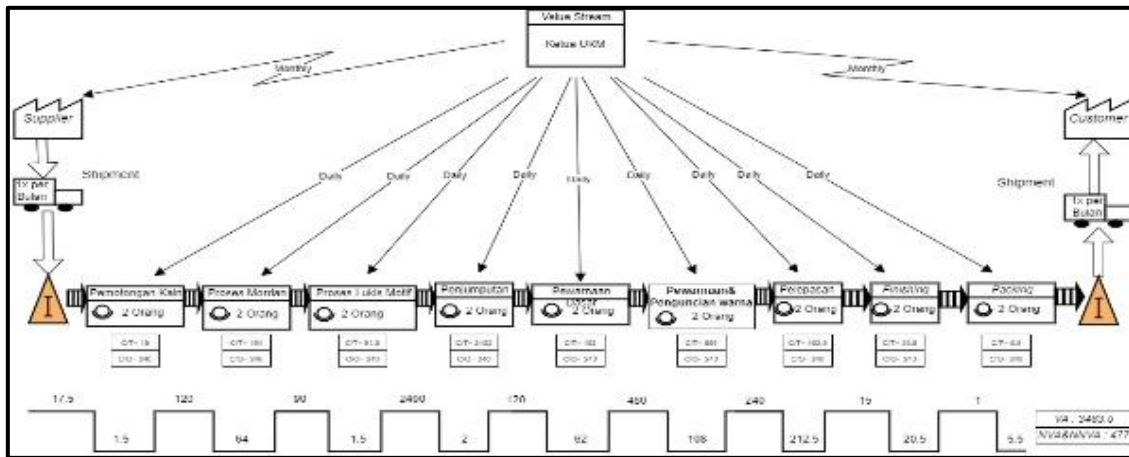
Menurut Robin, Raymond dan Michael (1996) langkah-langkah dalam pembuatan FMEA adalah sebagai berikut:

1. Mereview proses
2. Melakukan *brainstrom waste* potensial
3. Membuat daftar *waste*, penyebab dan efek potensial
4. Menentukan tingkat *severity*
5. Menentukan tingkat *occurrence*
6. Menentukan tingkat *detection*
7. Menghitung WPN
Menghitung WPN yang mana WPN merupakan hasil perkalian *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D), dimana:
 $WPN = (S) \times (O) \times (D)$
8. Membuat prioritas *waste* untuk di tindak lanjuti
9. Mengambil tindakan untuk mengurangi atau menghilangkan *waste* tertinggi atau *waste* kritis.
10. Menghitung hasil WPN sebagai *waste* yang akan dikurangi atau dihilangkan. Langkah ini dilakukan apabila kegiatan untuk mengurangi *waste* kritis.

Hasil dan Pembahasan

Hasil observasi menunjukkan bahwa alur proses produksi terdiri atas delapan tahapan utama, mulai dari penerimaan bahan baku hingga proses pengemasan produk akhir. Melalui pendekatan *Value Stream Mapping* (VSM), proses produksi dipetakan secara menyeluruh guna mengidentifikasi aktivitas yang memberikan nilai tambah (*Value Added*) dan yang tidak memberikan nilai tambah (*Non Value Added*).

Gambar 4 merupakan kondisi saat ini yang ada di lantai produksi. Pada gambar menunjukkan *Value Added* sebanyak 12 aktivitas dengan total waktu yang dibutuhkan 3484 menit, *Non Value Added* sebanyak 17 aktivitas dengan total waktu 405 menit, dan *Necessary but Non Value Added* sebanyak 26 aktivitas dengan total waktu 73 menit, sehingga total keseluruhan aktivitas sebesar 3961 menit.



Gambar 4. Current State Mapping UKM

Rekapitulasinya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Process Activity Mapping

Aktivitas	Jumlah	Total Waktu (Menit)
VA	12	3484
NVA	17	405
NNVA	26	73
Total	55	3961

Keterangan: VA = Value Added; NVA = Non Value Added; NNVA = Necessary but Non-Value Added

Berdasarkan hasil pemetaan, ditemukan bahwa waktu total proses aktual (*processing time*) hanya mencakup 7,2 jam, sedangkan waktu tunggu total (*lead time*) mencapai 5 hari. Hal ini menunjukkan adanya pemborosan waktu sebesar 94%, yang sebagian besar disebabkan oleh aktivitas menunggu dan penumpukan inventori antar proses.

Identifikasi Pemborosan Berdasarkan Prinsip Lean

Menurut prinsip *lean manufacturing* ada tujuh jenis pemborosan (*waste*) yaitu *overproduction*, *waiting*, *transportation*, *overprocessing*, *inventory*, *motion*, dan *defects* [31]. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa pemborosan tertinggi terjadi pada kategori *waiting* dan *inventory*. Proses identifikasi *waste* dilakukan dengan menggunakan konsep *waste assessment model*. Dalam melakukan proses identifikasi *waste* yang terjadi, metode *saven waste relationship* dan *waste relationship matrix*

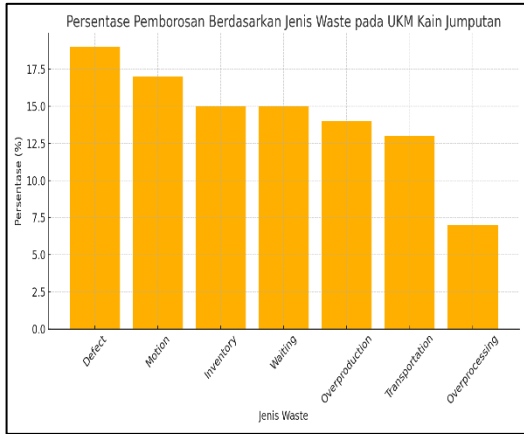
digunakan untuk mengetahui keterkaitan antara pemborosan yang ada [32]. Perhitungan keterkaitan antar *waste* dilakukan secara dengan menggunakan kriteria pembobotan seperti tabel 2.

Tabel 2. Waste Matrix Value

F/T	Waste						
	O	I	D	M	T	P	W
O	10	6	6	6	10	0	4
I	8	10	6	4	10	0	0
D	6	6	10	8	4	0	10
M	0	6	10	10	0	8	6
T	2	4	4	10	10	0	8
P	8	4	8	8	0	10	2
W	8	4	6	0	0	0	10
Score	36	40	50	46	34	18	40
%	14	15	19	17	13	7	15

Sumber : [32]

Tabel 2 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa pemborosan terbesar terjadi pada kategori *defect* sebesar 19%, *motion* 17%, serta *inventory* dan *waiting* masing-masing memberikan sebesar 15% dari total pemborosan. Data tersebut memberikan gambaran bahwa kualitas produk dan efisiensi pergerakan dalam proses produksi merupakan dua titik kritis yang perlu segera diperbaiki untuk meningkatkan kinerja produksi secara keseluruhan pada proses produksi UKM Kain Jumputan.



Gambar 5. Persentase Pemborosan Berdasarkan Jenis Waste

Analisis Risiko Proses dengan FMEA

Analisis potensi pemborosan dalam sistem produksi dilakukan dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) pada proses-proses yang telah teridentifikasi dalam VSM. Setiap tahapan dianalisis berdasarkan tiga parameter utama yaitu tingkat keparahan (*severity*), kemungkinan kejadian (*occurrence*), dan kemampuan deteksi (*detection*). Nilai *Risk Priority Number* (RPN) dihitung sebagai dasar prioritas.

Pada Tabel 3 diidentifikasi hasil analisis FMEA. Tidak adanya SOP peracikan warna memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi sebesar 32, diikuti oleh pengaturan alat yang tidak ergonomis dan system inventaris yang tidak efisien, masing-masing dengan RPN 24. Temuan ini menegaskan bahwa perbaikan pada *Standard Operating Procedure* (SOP) dan penataan tata letak alat serta sistem persediaan adalah strategi prioritas untuk meminimalisir pemborosan dan risiko kegagalan. Pada *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) dilakukan analisis untuk mencari cara meminimalisir waste yang ada. Dari ketiga waste diatas, waste tertinggi terdapat pada proses peracikan warna. Dengan menggunakan metode 5W+1H direkomendasikan untuk melakukan perbaikan.

Tabel 3. *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA)

Jenis Waste	Penyebab	S	O	D	RPN
Defect	Proses perebusan kain terlalu lama	2	1	3	6
	Tidak adanya SOP peracikan warna	8	1	4	32
Motion	Pengaturan alat tidak ergonomis	6	1	4	24
Motion	Tata letak kurang optimal	4	1	4	16
Inventory	Sistem inventaris tidak efisien	6	1	4	24
Inventory	Tidak adanya peramalan permintaan	6	1	4	24

Keterangan: S = *Severity*, O = *Occurance*, D = *Detection*, RPN = *Risk Priority Number*

Tabel 4. Analisis 5W +1H dari waste defect

5W + 1H	Keterangan
Penyebab Kegagalan?	Tidak adanya SOP peracikan warna
Apa Rencana Perbaikan?	Mengidentifikasi dan menetapkan prosedur standar untuk peracikan warna
Mengapa Perlu Dilakukan Perbaikan?	Mengurangi kesalahan dan pemborosan proses pewarnaan, meningkatkan efisiensi produksi
Dimana Perbaikan Dilakukan?	Perbaikan dilakukan pada proses pewarnaan
Kapan Perbaikan Dilakukan?	SOP harus dibuat dan diterapkan segera untuk mengurangi efek buruk dari ketiadaan SOP
Siapa yang bertanggung Jawab Atas Perbaikan?	Pemilik/owner UKM beserta karyawan
Bagaimana Cara Melakukan Perbaikan?	Informasi tentang prosedur peracikan warna yang tepat harus diperoleh dari para ahli dan karyawan berpengalaman

Dari tabel 4 merekomendasikan perbaikan diantaranya perlu menetapkan SOP yang jelas tentang prosedur peracikan warna secara tepat, jelas, dan konsisten. Mulai dari persiapan bahan baku, komposisi campuran, teknik pencampuran, dan alat penunjang lain yang dibutuhkan, dijelaskan secara terperinci.

Untuk penelitian selanjutnya, sangat dibutuhkan untuk memperdalam pemahaman terhadap efektivitas pendekatan VSM dan FMEA dalam konteks UKM tradisional, perlu dilakukan eksplorasi literatur yang lebih luas serta studi kasus komparatif pada

beberapa industri serupa di wilayah lain. Hal ini akan membantu mengonfirmasi generalisasi temuan serta memetakan adaptabilitas kerangka kerja terhadap dinamika proses produksi yang berbeda. Penelitian sebelumnya oleh Anuar dan Mansor (2022) menunjukkan bahwa fleksibilitas model *lean* sangat bergantung pada budaya kerja lokal dan struktur organisasi yang ada [8]. Oleh karena itu, penting juga mempertimbangkan faktor kontekstual dalam perencanaan implementasi metode *lean*.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, pada proses produksi kain jumputan masih terdapat *waste*, tertinggi pada *defect* sebesar 19%, *motion* sebesar 17%, *inventory* dan *waiting* masing-masing sebesar 15%, *overproduction* sebesar 14%, *transportation* sebesar 13%, dan *overprocessing* sebesar 7%. Salah satu penyebabnya adalah belum ada SOP pada peracikan warna, pengaturan tata letak dan peralatan yang belum optimal, sistem inventaris yang belum efisien, dan belum terdokumentasinya sistem peramalan permintaan.

Daftar Pustaka

- [1] H. Hatif, K. L. Lee, and G. Nawansir, "Improving Employee and Workplace Performance via Lean Manufacturing Practices: A Case Study in Textile Company," *Int. J. Ind. Manag.*, vol. 18, no. 1, pp. 43–59, 2024.
- [2] A. Pacana and K. Czerwińska, "Analysis of the Use of Agile Methods, Tools and Techniques in Foundry Enterprises," *Syst. Saf. Hum. - Tech. Facil. - Environ.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–9, 2023.
- [3] M. Y. Anshori and D. F. Karya, "A Analysis of Factors Affecting Waste Using Value Stream Mapping (VSM) on Kaosbekas.Id," *J. Entrep. Dan Entrep.*, vol. 11, no. 2, pp. 139–154, 2022.
- [4] A. Szczyrba and M. Ingaldi, "Implementation of the Fmea Method As a Support for the Haccp System in the Polish Food Industry," *Manag. Syst. Prod. Eng.*, vol. 32, no. 3, pp. 357–371, 2024.
- [5] S. S. Jalal, S. Mamat, Z. Zakaria, and M. H. Rosli, "A Case Study on the Implementation of Lean Six Sigma in Malaysia Plantation Company," *Malaysian J. Bus. Econ.*, vol. 9, no. 1, pp. 65–81, 2022.
- [6] A. F. O. Pertiwi and R. D. Astuti, "Increased Line Efficiency by Improved Work Methods With the ECRS Concept in a Washing Machine Production: A Case Study," *J. Sist. Dan Manaj. Ind.*, vol. 4, no. 1, pp. 13–29, 2020.
- [7] G. Citybabu and S. Yamini, "Lean Six Sigma 4.0 – A Framework and Review for Lean Six Sigma Practices in the Digital Era," *Benchmarking an Int. J.*, vol. 31, no. 9, pp. 3288–3326, 2023.
- [8] M. A. S. Anuar and M. A. Mansor, "Application of Value Stream Mapping in the Automotive Industry: A Case Study," *J. Mod. Manuf. Syst. Technol.*, vol. 6, no. 2, pp. 34–41, 2022.
- [9] M. F. S. Titu, A. Chowdhury, S. M. R. Haque, and R. Khan, "Deep-Learning-Based Real-Time Visual Pollution Detection in Urban and Textile Environments," *Sci*, vol. 6, no. 1, p. 5, 2024.
- [10] M. Braglia, M. Gallo, L. Marrazzini, and L. C. Santillo, "Operational Space Efficiency (OpSE): A Structured Metric to Evaluate the Efficient Use of Space in Industrial Workstations," *Int. J. Product. Perform. Manag.*, vol. 73, no. 4, pp. 1027–1049, 2023.
- [11] N. Kumar and S. Saini, "Some Recent Stories of Operational Excellence in SMES," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 11, no. 12, pp. 1538–1551, 2023.
- [12] A. Patil, M. V. Pisal, and C. T. Suryavanshi, "Application of Value Stream Mapping to Enhance Productivity by Reducing Manufacturing Lead Time in a Manufacturing Company: A Case Study," *J. Appl. Res. Technol.*, vol. 19, no. 1, pp. 11–22, 2021.
- [13] Q. Liu and H. Yang, "An Improved Value Stream Mapping to Prioritize Lean Optimization Scenarios Using Simulation and Multiple-Attribute Decision-Making Method," *Ieee Access*, vol. 8, pp. 204914–204930, 2020.
- [14] I. Imtinan and B. Cahyaputri, "Waste

- Identification Using the Value Stream Mapping (VSM) Method on the PT XYZ Transparent Bar Soap Production Line,” *J. Teknol. Dan Manaj.*, vol. 22, no. 1, pp. 27–34, 2024.
- [15] K. Knop and R. Ulewicz, “Solving Critical Quality Problems by Detecting and Eliminating their Root Causes – Case-Study from the Automotive Industry,” *Mater. Res. Proc.*, vol. 24, pp. 181–188, 2022.
- [16] M. H. Ali, S. Zailani, M. Iranmanesh, and B. Foroughi, “Impacts of environmental factors on waste, energy, and resource management and sustainable performance,” *Sustainability*, 2019.
- [17] I. Elemure, H. N. Dhakal, M. Leseure, and J. Radulović, “Integration of Lean Green and Sustainability in Manufacturing: A Review on Current State and Future Perspectives,” *Sustainability*, vol. 15, no. 13, p. 10261, 2023.
- [18] S. M. Zahraee, A. Toloie, S. J. Abrishami, N. Shiwakoti, and P. Stasinopoulos, “Lean manufacturing analysis of a Heater industry based on value stream mapping and computer simulation,” *Procedia Manuf.*, vol. 51, no. 2019, pp. 1379–1386, 2020.
- [19] S. Silva, J. C. Sá, F. J. G. Silva, L. P. Ferreira, and G. Santos, “Lean Green—The Importance of Integrating Environment into Lean Philosophy—A Case Study,” *6th European Lean Educator Conference, ELEC 2019*, vol. 122. Springer, ISEP—School of Engineering, Polytechnic of Porto, Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431, Porto, 4200-072, Portugal, pp. 211–219, 2020.
- [20] M. B. Purushothaman, J. Seadon, and D. Moore, “A Relationship Between Lean, Lean Tools, and Waste,” *Int. J. Lean Six Sigma*, vol. 13, no. 4, pp. 897–936, 2021.
- [21] M. K. Onifade and O. A. Oroye, “Application of Lean Manufacturing Technology in a Milk Manufacturing Company,” *J. Sist. Dan Manaj. Ind.*, vol. 5, no. 2, pp. 87–97, 2021.
- [22] I. Siddique, “Lean Manufacturing Excellence: Innovative Approaches in Industrial Engineering,” *SSRN Electron. J.*, 2024.
- [23] S. Bagal and H. Dasgupta, “Factors Effective for Implementation of Lean in Manufacturing Organizations of India,” *Cm*, no. 24, pp. 510–516, 2022.
- [24] S.-V. Buer, M. Semini, J. O. Strandhagen, and F. Sgarbossa, “The Complementary Effect of Lean Manufacturing and Digitalisation on Operational Performance,” *Int. J. Prod. Res.*, vol. 59, no. 7, pp. 1976–1992, 2020.
- [25] Ł. Hadaś and N. Pawlak, “Support for the Implementation of the Lean Concept by Industry 4.0 Tools – Experts’ Opinion,” *Eur. Res. Stud. J.*, vol. XXIV, no. Special Issue 5, pp. 572–584, 2021.
- [26] J. J. C. Mancera, R. González, Á. M. Rodríguez-Pérez, and J. A. H. Torres, “Modeling And Simulation Of Industrial Processes = Modelado Y Simulación De Procesos Industriales,” *Adv. Build. Educ.*, vol. 8, no. 1, pp. 46–60, 2024.
- [27] A. Mortada and A. Soulhi, “Improvement of Assembly Line Efficiency by Using Lean Manufacturing Tools and Line Balancing Techniques,” *Adv. Sci. Technol. – Res. J.*, vol. 17, no. 4, pp. 89–109, 2023.
- [28] A. Florescu and S. Barabas, “Development Trends of Production Systems Through the Integration of Lean Management and Industry 4.0,” *Appl. Sci.*, vol. 12, no. 10, p. 4885, 2022.
- [29] M. Kanan *et al.*, “An Empirical Study of the Implementation of an Integrated Ergo-Green-Lean Framework: A Case Study,” *Sustainability*, vol. 15, no. 13, p. 10138, 2023.
- [30] Y. Ali, A. Younus, A. U. Khan, and H. Pervez, “Impact of Lean, Six Sigma and Environmental Sustainability on the Performance of SMEs,” *Int. J. Product. Perform. Manag.*, vol. 70, no. 8, pp. 2294–2318, 2020.
- [31] S. M. Widodo, R. D. Astanti, T. J. Ai, and T. M. A. A. Samadhi, “Seven-waste framework of waste identification and elimination for computer-based administrative work,” *TQM J.*, vol. 33, no. 4, pp. 773–803, 2020.
- [32] I. A. Rawabdeh, “A model for the assessment of waste in job shop

environments,” *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 25, no. 8, pp. 800–822, 2005.